

*Е. Д. Стругов, Д. К. Ильина, Д. В. Шпаковская, А. Д. Лёзов,  
И. А. Ширманов, О. Л. Ташлыков*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

[shapaka00@yandex.ru](mailto:shapaka00@yandex.ru)

## ДОЗОВЫЕ ЗАТРАТЫ ПЕРСОНАЛА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АЭС С РЕАКТОРАМИ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

*В работе выполнен анализ дозовых затрат персонала на этапах жизненного цикла АЭС с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.*

*Ключевые слова: этапы жизненного цикла, строительство, эксплуатация, ремонт, вывод из эксплуатации, АЭС, реактор на быстрых нейтронах, доза облучения.*

*E. D. Strugov, D. K. Ilyina, D. V. Shpakovskaya, A. D. Lezov,*

*I. A. Shirmanov, O. L. Tashlykov*

Ural federal University, Ekaterinburg

## DOSE COSTS OF PERSONNEL AT THE STAGES OF THE LIFE CYCLE OF FAST NEUTRON REACTORS

*The paper analyzes the dose costs of personnel at the stages of the life cycle of nuclear power plants with sodium-cooled fast neutron reactors.*

*Keywords: stages of the life cycle, construction, operation, repair, decommission, nuclear power plant, fast breeder reactor, irradiation dose.*

Годовые коллективные дозы облучения персонала АЭС России с 1996 г. (подготовка к переходу на новые дозовые пределы) снизились примерно в три раза, достигли некоторого стационарного уровня (рис. 1), незначительно меняются год от года в зависимости от характера и продолжительности остановов для проведения ремонтных кампаний.

Исключено несанкционированное превышение индивидуальной дозы облучения 18 мЗв в год [1].

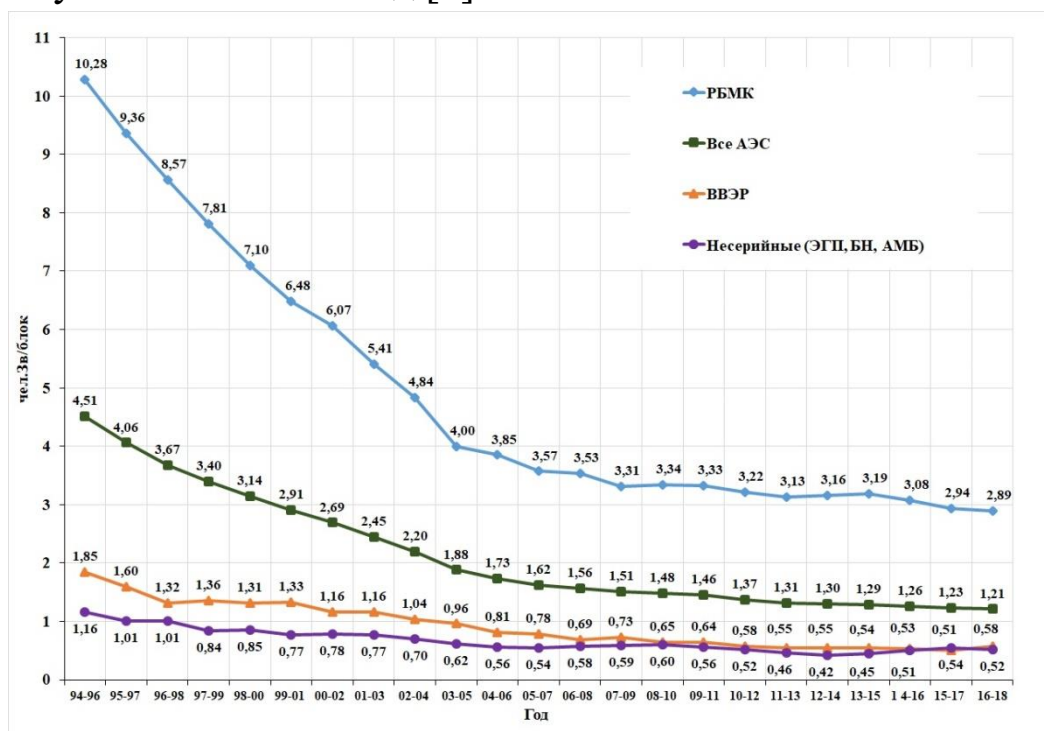


Рис. 1. «Скользящие» усредненные годовые коллективные дозы персонала и командированных на один энергоблок АЭС АО «Концерн Росэнергоатом»

Для энергоблока с реактором БН-600 достигнуты низкие уровни доз облучения. При этом на ремонт приходится до 80 % коллективной дозы. Исключение составляет 1998 г., когда в течение 182 суток проводились масштабные работы по ремонту центральной поворотной колонны [2]. Особенностью реактора БН-600 является интегральная компоновка, т. е. все основное оборудование первого контура сконцентрировано в одном баке – корпусе реактора.

АЭС, как и любой сложный объект, имеет жизненный цикл, который, в соответствии с НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций», включает в себя следующие этапы: размещение; проектирование; сооружение; эксплуатация; ремонт; модернизация (для повышения безопасности и продления срока эксплуатации); вывод блока АС из эксплуатации.

Как показывает опыт сооружения энергоблока с БН-800, на этапе строительства дозовые затраты обусловлены на 100 % воздействием от приборов, применяемых при радиографическом контроле, и составили 0,129 Зв. Например, в период с 01.10.2014 по

01.11.2015 г. отделом дефектоскопии металлов и технического контроля было выполнено 4017 операций по радиографии большого количества типоразмеров сварных соединений трубопроводов с коллективной дозой 20,96 мЗв (в среднем 5 мкЗв на 1 операцию). Исходя из этого, зная общее количество операций по радиографическому контролю, можно определить примерную коллективную дозу по данным радиографии при строительстве нового энергоблока (при соответствующей квалификации персонала).

31.01.2014 г. начался физический пуск энергоблока с реактором БН-800 (началась загрузка топлива). Все остальные дозозатраты (кроме дефектоскопии) можно соотносить с этапом физического пуска энергоблока. Дозозатраты на этапе физического пуска составили 0,02 Зв. 10.11.2015 г. Начался энергетический пуск энергоблока с БН-800.

На этапе эксплуатации наибольший вклад в коллективную дозу персонала АЭС с реакторами типа БН вносят ремонтные работы (примерно 80 %). Коллективные дозозатраты по видам ремонтных работ при радиационных опасных работах (РОР) на блоке АЭС с реактором БН-600 представлены на рис. 2.

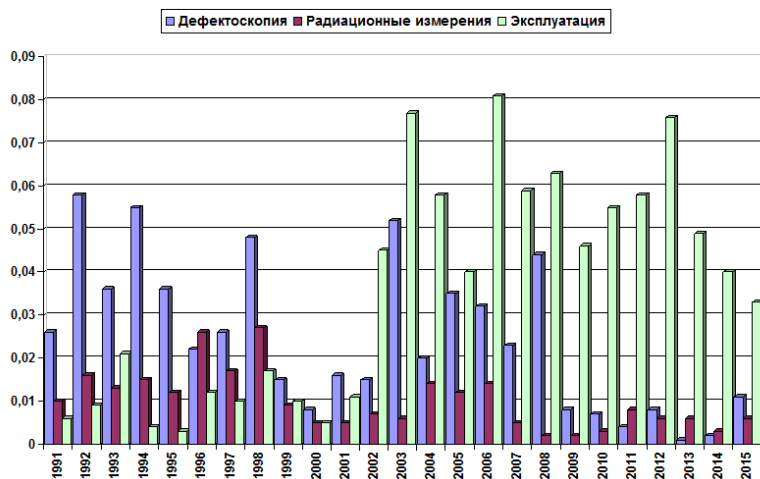


Рис. 2. Коллективные дозозатраты по видам работ (дефектоскопия, радиационные измерения и эксплуатация при РОР на блоке АЭС с реактором БН-600, чел·Зв

Увеличение дозовых затрат по дефектоскопии в период 2005–2008 гг. обусловлено увеличенным объемом работ по радиографическому контролю модулей парогенераторов в рамках работ по продлению срока эксплуатации энергоблока [3].

Как показывает анализ дозовых затрат персонала на этапах жизненного цикла АЭС с реакторами типа БН, основной вклад в коллективную дозу вносят работы по ремонту и техническому обслуживанию [4, 5]. Однако на всех этапах жизненного цикла, начиная с проектирования, необходимо уделять пристальное внимание оптимизации радиационной защиты с обязательным учетом прошлого опыта работ, включая работы по модернизации реакторных установок в рамках продления срока эксплуатации [6].

Выполнить полноценный анализ дозозатрат при выводе из эксплуатации мощных реакторов типа БН не представляется возможным. В настоящее время имеется относительно небольшой опыт по выводу из эксплуатации экспериментальных быстрых реакторов и частично энергетических (например, первых этапов БН-350 [7]).

#### Список использованных источников

1. Кропачев Ю. А., Ташлыков О. Л., Щеклеин С. Е. Оптимизация радиационной защиты на этапе вывода энергоблоков АЭС из эксплуатации // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2019. № 1. С. 119–130.
2. Ташлыков О. Л., Щеклеин С. Е., Булатов В. И., Шастин А. Г. О проблеме снижения дозовых затрат персонала АЭС // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2011. № 1. С. 55–60.
3. Tashlykov O., Shcheklein S., Sesekin A., Chentsov A., Nosov Y., Smyshlaeva O. Ecological features of fast reactor nuclear power plants (NPPs) at all stages of their life cycle // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2014. Vol. 190 (2). P. 907–918.
4. Ташлыков О. Л. Ремонт оборудования атомных станций : учебник. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. 352 с.
5. Наумов А. А., Ташлыков О. Л. Минимизация дозовых затрат при ремонтном обслуживании систем и оборудования АЭС // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2010. № 1. С. 80–88.
6. Михайлова А. Ф., Ташлыков О. Л. Пути реализации принципа оптимизации в радиологической защите персонала // Ядерная физика и инжиниринг. 2018. Т. 9, № 4. С. 393–401.
7. Носов Ю. В., Ровнейко А. В., Ташлыков О. Л., Щеклеин С. Е. Особенности вывода из эксплуатации быстрых реакторов БН-350, -600 // Атомная энергия. 2018. Т. 125, № 4. С. 195–199.